

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2000298293 A

(43) Date of publication of application: 24.10.00

(54) OPTICAL MODULATING DEVICE AND
THREE-DIMENSIONAL IMAGE REPRODUCING
DEVICE USING THE SAME

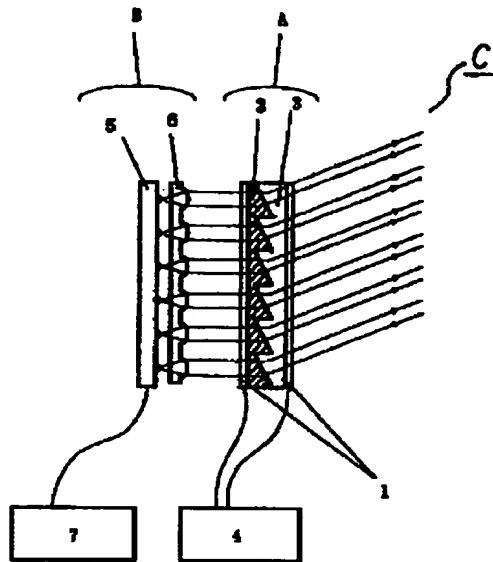
means obtains synchronization with the means 4 in
addition to the function.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To arbitrarily modulate a plurality of optical beams as a whole by modulating a plurality of optical beams into a desired state by means of an optical element, including refractive index variable substance that a refractive index is changed by means of electrical control and transparent substance that the refractive index is fixed.

SOLUTION: An optical element A and an optical beam generating means B are arranged in an optical modulating device C. Then a refractive index variable substance 2 and transparent substance 3 are pinched between transparent electrodes 1. Transparent substance is provided with a periodic structure. A voltage with arbitrary frequency and amplitude can be impressed between the transparent electrodes 1 by an inter-electrode electrical characteristic control means 4. In addition, when the voltage is impressed between the electrodes 1 by the means 4, the refractive index of the substance 2 is changed. Therefore, an optical modulating device works as a modulator by combining the optical strength modulation of the means B by a control means 7, which is operated while a synchronization



(51) Int. Cl

G02F 1/29

G02F 1/01

G03B 35/00

G09G 3/20

H04N 13/04

(21) Application number: 11107758

(71) Applicant: MR SYSTEM KENKYUSHO:KK

(22) Date of filing: 15.04.99

(72) Inventor: SUDO TOSHIYUKI
OZAKA TSUTOMU

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-298293

(P2000-298293A)

(43)公開日 平成12年10月24日 (2000.10.24)

(51)Int.Cl.

G 02 F 1/29
1/01
G 03 B 35/00
G 09 G 3/20

識別記号

6 6 0
6 8 0

F I

G 02 F 1/29
1/01
G 03 B 35/00
G 09 G 3/20

テマート(参考)
2 H 0 5 9
D 2 H 0 7 9
A 2 K 0 0 2
6 6 0 X 5 C 0 6 1
6 8 0 H 5 C 0 8 0

審査請求 未請求 請求項の数27 OL (全12頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平11-107758

(22)出願日

平成11年4月15日 (1999.4.15)

(71)出願人 397024225

株式会社エム・アール・システム研究所
神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地

(72)発明者 須藤 敏行

神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地
株式会社エム・アール・システム研究所

内

(72)発明者 尾坂 勉

神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地
株式会社エム・アール・システム研究所

内

(74)代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

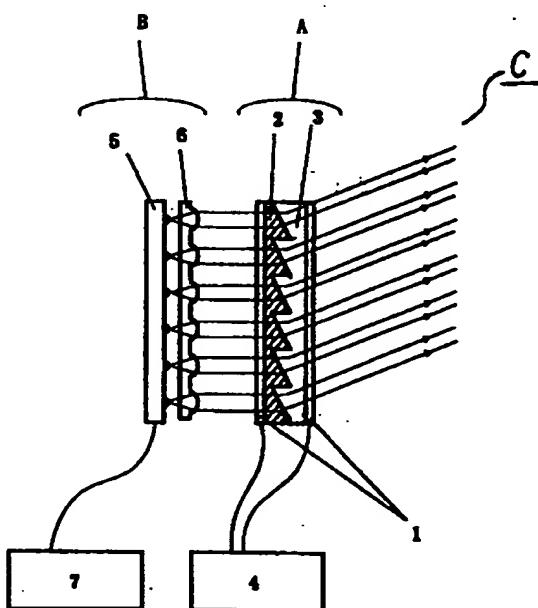
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光変調装置およびそれを用いた3次元像再生装置

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 屈折率可変物質と透明電極とを組み合わせた光学素子を利用して複数の光ビームを所望の状態に光変調し、3次元像の再生を良好に行うことができる光変調装置およびそれを用いた3次元像再生装置を得ること。

【解決手段】 周期的な構造を有する透明物質3と、該透明物質と対向配置され、電気的制御により屈折率が変化する屈折率可変物質2と、該透明物質と該屈折率可変物質とを積層した状態で挟む一組の電極1と、該電極間の電気的特性値を制御する電極間電気特性制御手段4と、該電極に互いに独立した複数の光ビームを入射せしめる光ビーム生成手段Bとを有すること。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 周期的な構造を有する透明物質と、該透明物質と対向配置され、電気的制御により屈折率が変化する屈折率可変物質と、該透明物質と該屈折率可変物質とを積層した状態で挟む一組の電極と、該電極間の電気的特性値を制御する電極間電気特性制御手段と、該電極に互いに独立した複数の光ビームを入射せしめる光ビーム生成手段とを有することを特徴とする光変調装置。

【請求項 2】 透明物質と電気的制御により屈折率が変化する屈折率可変物質とを挟む一組の電極と、該電極間の電気的特性値を制御する電極間電気特性制御手段と、該電極に互いに独立した複数の光ビームを入射せしめる光ビーム生成手段と、該屈折率可変物質の屈折率と共に該光ビームの出射位置及び／又は、出射方向を制御する制御手段を有することを特徴とする光変調装置。

【請求項 3】 前記光ビーム生成手段は複数の光ビームの各々の光強度を独立に制御していることを特徴とする請求項 1 又は 2 の光変調装置。

【請求項 4】 前記電極間電気特性制御手段と前記光ビーム生成手段はそれぞれの制御活動において互いの同期をとる同期手段を有することを特徴とする請求項 1, 2 又は 3 の光変調装置。

【請求項 5】 前記各々の光ビームが入射する入射領域は前記透明物質の周期的な構造で区切られる分割領域のいずれよりも小さいことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項の光変調装置。

【請求項 6】 前記分割領域内に少なくとも 2 本以上の光ビームが入射することを特徴とする請求項 5 の光変調装置。

【請求項 7】 前記入射領域は複数の分割領域にまたがることがないことを特徴とする請求項 5 又は 6 の光変調装置。

【請求項 8】 前記透明物質と、前記屈折率可変物質と、前記透明物質と前記屈折率可変物質とを積層した状態で挟む一組の電極と、から成る光学ユニットを少なくとも 2 つ以上有することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項の光変調装置。

【請求項 9】 前記透明物質の周期構造が 1 次元的周期構造であって、前記複数の光学ユニットのうち少なくとも 2 つは、その周期構造の方向が直交していることを特徴とする請求項 8 の光変調装置。

【請求項 10】 前記複数の光学ユニットに含まれる透明物質はプリズムアレイであることを特徴とする請求項 8 又は 9 の光変調装置。

【請求項 11】 周期的な構造を有する透明物質と、該透明物質と対向配置され、電気的制御により屈折率が変化する屈折率可変物質と、前記透明物質と前記屈折率可変物質とを積層した状態で挟む一組の電極と、前記電極間の電気的特性値を制御する電極間電気特性制御手段と、前記電極に互いに独立した複数の光ビームを入射せしめる光ビーム生成手段とを有することを特徴とする光変調装置。

しめる光ビーム生成手段とを有する光変調装置を有し、前記光ビーム生成手段は複数の光ビームの各々の強度を独立に制御し、前記電極間電気特性制御手段と前記光ビーム生成手段はそれぞれの制御活動において互いの同期をとる同期手段を有し、前記光変調装置により変調された複数の光ビームの交点の集合によって 3 次元像情報を表現することを特徴とする 3 次元像再生装置。

【請求項 12】 透明物質と電気的制御により屈折率が変化する屈折率可変物質とを挟む一組の電極と、該電極間の電気的特性値を制御する電極間電気特性制御手段と、該電極に互いに独立した複数の光ビームを入射せしめる光ビーム生成手段と、該屈折率可変物質の屈折率と共に該光ビームの出射位置及び／又は、出射方向を制御する制御手段を有する光変調装置を有し、前記光ビーム生成手段は複数の光ビームの各々の強度を独立に制御し、前記電極間電気特性制御手段と前記光ビーム生成手段はそれぞれの制御活動において互いの同期をとる同期手段を有し、前記光変調装置により変調された複数の光ビームの交点の集合によって 3 次元像情報を表現することを特徴とする 3 次元像再生装置。

【請求項 13】 前記各々の光ビームが入射する入射領域は前記透明物質の周期的な構造で区切られる分割領域のいずれよりも小さいことを特徴とする請求項 11 又は 12 の 3 次元像再生装置。

【請求項 14】 前記分割領域内に少なくとも 2 本以上の光ビームが入射することを特徴とする請求項 13 の 3 次元像再生装置。

【請求項 15】 前記入射領域は複数の分割領域にまたがることがないことを特徴とする請求項 13 又は 14 の 3 次元像再生装置。

【請求項 16】 前記透明物質と、前記屈折率可変物質と、前記透明物質と前記屈折率可変物質とを積層した状態で挟む一組の電極とから成る光学ユニットを少なくとも 2 つ以上有することを特徴とする請求項 11 から 15 のいずれか 1 項の 3 次元像再生装置。

【請求項 17】 前記透明物質の周期構造が 1 次元的な周期構造であって、前記複数の光学ユニットのうち少なくとも 2 つは、その周期構造の方向が直交していることを特徴とする請求項 16 の 3 次元像再生装置。

【請求項 18】 前記複数の光学ユニットに含まれる透明物質はプリズムアレイであることを特徴とする請求項 16 又は 17 の 3 次元像再生装置。

【請求項 19】 前記電極間電気特性制御手段と、前記光ビーム生成手段の制御活動の周期が前記 3 次元像情報を観察する観察者の残像許容時間よりも短いことを特徴とする請求項 11 から 18 のいずれか 1 項の 3 次元像再生装置。

【請求項 20】 前記電極間電気特性制御手段と、前記光ビーム生成手段の制御活動の周期が 1/30 秒～1/60 秒の範囲内であることを特徴とする請求項 11 から

18のいずれか1項の3次元像再生装置。

【請求項21】前記光ビーム生成手段は観察者が前記3次元像情報を観察する観察位置において最も近接した2本の光ビームの間隔が観察者の瞳孔径以下となるように隣り合う光ビームの間隔を決定していることを特徴とする請求項11から20のいずれか1項の3次元像再生装置。

【請求項22】前記光ビーム生成手段は観察者が前記3次元像情報を観察する観察位置において最も近接した2本の光ビームの間隔が2mm以下となるように隣り合う光ビームの間隔を決定していることを特徴とする請求項11から20のいずれか1項の3次元像再生装置。

【請求項23】前記透明物質は水平方向に1次元の周期構造を有するプリズムアレイであって、前記3次元像情報は水平方向の視差情報を有していることを特徴とする請求項11から15のいずれか1項の3次元像再生装置。

【請求項24】前記光変調装置と観察者との間に鉛直方向にパワーを有するシリンドリカルレンズを配置し、前記複数の光ビームの鉛直方向焦点位置を前記3次元像情報の水平方向結像位置近傍に配置していることを特徴とする請求項11から22のいずれか1項の3次元像再生装置。

【請求項25】前記光ビーム生成手段は水平方向成分が平行光、鉛直方向成分が発散光の性質を有する光ビームを生成することを特徴とする請求項11から24のいずれか1項の3次元像再生装置。

【請求項26】前記3次元像情報の水平方向結像位置近傍に鉛直方向にのみ光を拡散させる光学素子を配置していることを特徴とする請求項11から25のいずれか1項の3次元像再生装置。

【請求項27】前記光ビーム生成手段は水平方向成分、鉛直方向成分共に平行光の性質を有する光ビームを生成することを特徴とする請求項11から26のいずれか1項の3次元像再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光を様々に変調する光変調装置およびそれを用いた3次元像再生装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、立体画像を再生し、観察する方法として様々な方式が試みられている。これらのうち両眼視差を利用して観察者に立体視を行わせる方法（偏光メガネ方式、レンチキュラ方式など）は広く利用されているが、眼の調節機能による立体認識と両眼視差による立体認識との間に矛盾が生じるため観察者は疲労や違和感を覚えることが少なくない。

【0003】そこでこうした両眼視差のみに頼らず眼の他の立体認識機能を満足する3次元的な像再生の方

法が、数多く試みられている。

【0004】特開平9-243960号公報、特開平9-258271号公報、特開平10-26705号公報、そして特開平10-48597号公報には高速駆動可能な可変焦点レンズを用いた奥行き標本化方式による眼が疲れず違和感のない3次元像再生方法が開示されている。

【0005】図18はこれらの公報で提案されている3次元像再生方法のキーデバイスである可変焦点レンズの原理説明図である。この光変調素子はフレネルレンズ（透明物質の層）と屈折率可変物質（二周波液晶など）を2枚の透明電極で挟んだ構造を有する。

【0006】動作原理は、フレネルレンズの屈折率 n_F に対して、光の入射方向からみた屈折率可変物質の屈折率 n_L を変化させ、光の屈折角を変化させることにある。すなわち、屈折率可変物質の屈折率 n_L を駆動装置からの電界の付加によって $n_L > n_F \rightarrow n_L = n_F \rightarrow n_L < n_F$ と変化させることにより、この光変調素子を凸レンズ→平板→凹レンズと変化させることができる。

【0007】屈折率可変物質に二周波液晶を用いた場合、液晶の動きを電界の周波数で制御できるため電界を印加した状態で屈折率を変化でき、素子動作を高速化できる。

【0008】図19は図18の可変焦点レンズを用いて3次元像再生を行なう方法の説明図である。2次元表示装置から所定の距離離れた位置に可変焦点レンズを置く。2次元表示装置に表示された画像はこの可変焦点レンズによって空中結像する。

【0009】可変焦点レンズの焦点位置（焦点距離）は駆動装置により前述した要領で高速に前後移動しており、同期装置はこれに同期して2次元表示装置上の画像を高速に切り替える。すると図中のように三次元物体を奥行き方向に標本化した多数の二次元（2D）を画像の集合（奥行き標本化像）を表現することが可能となる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】図18、図19に示す光変調素子及びそれを用いた3次元像再生装置には次のような問題点が存在する。

【0011】まず、可変焦点レンズ単体の機能として、その光学的性能に問題がある。従来の可変焦点レンズでは入射光を可変焦点レンズ全体に入射させてこれを一つの結像素子として用いているため2次元画像の結像性能があまり良くなく、空中に結像する像に湾曲やゆがみが生じる。

【0012】またその他の光学素子（プリズム、回折格子など）として使用する場合にも、全体が常に1つの光学素子としてしか機能せず、光学素子としての機能が限定されるという問題がある。

【0013】一方、3次元像の再生装置として使用する場合も画像データの与え方に問題がある。従来例では可

変焦点レンズの焦点距離を変えて2次元画像の結像位置を変化させているが、可変焦点レンズの焦点距離の変化に伴い結像する画像の倍率は変化する。このため歪みのない3次元像を再生するためには、2次元表示装置に表示する画像の大きさを焦点距離の変化に同期してダイナミックに変化させなくてはならない。こうした処理を実行するにはきわめて高速な画像処理が必要となる。

【0014】本発明は、電気的制御によって屈折率が変化する屈折率可変物質と屈折率が固定の透明物質を含む光学素子によって複数の光ビームを所望の状態に変調することにより、2次元画像の結像性能が良く、全体として複数の光ビームを任意に変調することができ、3次元像の再生を良好に行なうことができる光変調装置およびそれを用いた3次元像再生装置の提供を目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明の光変調装置は、周期的な構造を有する透明物質と、該透明物質と対向配置され、電気的制御により屈折率が変化する屈折率可変物質と、該透明物質と該屈折率可変物質とを積層した状態で挟む一組の電極と、該電極間の電気的特性値を制御する電極間電気特性制御手段と、該電極に互いに独立した複数の光ビームを入射せしめる光ビーム生成手段とを有することを特徴としている。

【0016】請求項2の発明の光変調装置は、透明物質と電気的制御により屈折率が変化する屈折率可変物質とを挟む一組の電極と、該電極間の電気的特性値を制御する電極間電気特性制御手段と、該電極に互いに独立した複数の光ビームを入射せしめる光ビーム生成手段と、該屈折率可変物質の屈折率と共に該光ビームの出射位置及び／又は、出射方向を制御する制御手段を有することを特徴としている。

【0017】請求項3の発明は請求項1又は2の発明において、前記光ビーム生成手段は複数の光ビームの各々の光強度を独立に制御していることを特徴としている。

【0018】請求項4の発明は請求項1、2又は3の発明において、前記電極間電気特性制御手段と前記光ビーム生成手段はそれぞれの制御活動において互いの同期をとる同期手段を有することを特徴としている。

【0019】請求項5の発明は請求項1から4のいずれか1項の発明において、前記各々の光ビームが入射する入射領域は前記透明物質の周期的な構造で区切られる分割領域のいずれよりも小さいことを特徴としている。

【0020】請求項6の発明は請求項5の発明において、前記分割領域内に少なくとも2本以上の光ビームが入射することを特徴としている。

【0021】請求項7の発明は請求項5又は6の発明において、前記入射領域は複数の分割領域にまたがることがないことを特徴としている。

【0022】請求項8の発明は請求項1から7のいずれか1項の発明において、前記透明物質と、前記屈折率可

変物質と、前記透明物質と前記屈折率可変物質とを積層した状態で挟む一組の電極と、から成る光学ユニットを少なくとも2つ以上有することを特徴としている。

【0023】請求項9の発明は請求項8の発明において、前記透明物質の周期構造が1次元的周期構造であって、前記複数の光学ユニットのうち少なくとも2つは、その周期構造の方向が直交していることを特徴としている。

【0024】請求項10の発明は請求項8又は9の発明において、前記複数の光学ユニットに含まれる透明物質はプリズムアレイであることを特徴としている。

【0025】請求項11の発明の3次元像再生装置は、周期的な構造を有する透明物質と、該透明物質と対向配置され、電気的制御により屈折率が変化する屈折率可変物質と、前記透明物質と前記屈折率可変物質とを積層した状態で挟む一組の電極と、前記電極間の電気的特性値を制御する電極間電気特性制御手段と、前記電極に互いに独立した複数の光ビームを入射せしめる光ビーム生成手段とを有する光変調装置を有し、前記光ビーム生成手段は複数の光ビームの各々の強度を独立に制御し、前記電極間電気特性制御手段と前記光ビーム生成手段はそれぞれの制御活動において互いの同期をとる同期手段を有し、前記光変調装置により変調された複数の光ビームの交点の集合によって3次元像情報を表現することを特徴としている。

【0026】請求項12の発明の3次元像再生装置は、透明物質と電気的制御により屈折率が変化する屈折率可変物質とを挟む一組の電極と、該電極間の電気的特性値を制御する電極間電気特性制御手段と、該電極に互いに独立した複数の光ビームを入射せしめる光ビーム生成手段と、該屈折率可変物質の屈折率と共に該光ビームの出射位置及び／又は、出射方向を制御する制御手段を有する光変調装置を有し、前記光ビーム生成手段は複数の光ビームの各々の強度を独立に制御し、前記電極間電気特性制御手段と前記光ビーム生成手段はそれぞれの制御活動において互いの同期をとる同期手段を有し、前記光変調装置により変調された複数の光ビームの交点の集合によって3次元像情報を表現することを特徴としている。

【0027】請求項13の発明は請求項11又は12の発明において、前記各々の光ビームが入射する入射領域は前記透明物質の周期的な構造で区切られる分割領域のいずれよりも小さいことを特徴としている。

【0028】請求項14の発明は請求項13の発明において、前記分割領域内に少なくとも2本以上の光ビームが入射することを特徴としている。

【0029】請求項15の発明は請求項13又は14の発明において、前記入射領域は複数の分割領域にまたがることがないことを特徴としている。

【0030】請求項16の発明は請求項11から15のいずれか1項の発明において、前記透明物質と、前記屈

折率可変物質と、前記透明物質と前記屈折率可変物質とを積層した状態で挟む一組の電極とから成る光学ユニットを少なくとも2つ以上有することを特徴としている。

【0031】請求項17の発明は請求項16の発明において、前記透明物質の周期構造が1次元的な周期構造であって、前記複数の光学ユニットのうち少なくとも2つは、その周期構造の方向が直交していることを特徴としている。

【0032】請求項18の発明は請求項16又は17の発明において、前記複数の光学ユニットに含まれる透明物質はプリズムアレイであることを特徴としている。 10

【0033】請求項19の発明は請求項11から18のいずれか1項の発明において、前記電極間電気特性制御手段と、前記光ビーム生成手段の制御活動の周期が前記3次元像情報を観察する観察者の残像許容時間よりも短いことを特徴としている。

【0034】請求項20の発明は請求項11から18のいずれか1項の発明において、前記電極間電気特性制御手段と、前記光ビーム生成手段の制御活動の周期が1／30秒～1／60秒の範囲内であることを特徴としている。 20

【0035】請求項21の発明は請求項11から20のいずれか1項の発明において、前記光ビーム生成手段は観察者が前記3次元像情報を観察する観察位置において最も近接した2本の光ビームの間隔が観察者の瞳孔径以下となるように隣り合う光ビームの間隔を決定していることを特徴としている。

【0036】請求項22の発明は請求項11から20のいずれか1項の発明において、前記光ビーム生成手段は観察者が前記3次元像情報を観察する観察位置において最も近接した2本の光ビームの間隔が2mm以下となるように隣り合う光ビームの間隔を決定していることを特徴としている。 30

【0037】請求項23の発明は請求項11から15のいずれか1項の発明において、前記透明物質は水平方向に1次元的な周期構造を有するプリズムアレイであって、前記3次元像情報は水平方向の視差情報を有していることを特徴としている。

【0038】請求項24の発明は請求項11から22のいずれか1項の発明において、前記光変調装置と観察者との間に鉛直方向にパワーを有するシリンドリカルレンズを配置し、前記複数の光ビームの鉛直方向焦点位置を前記3次元像情報の水平方向結像位置近傍に配置していることを特徴としている。

【0039】請求項25の発明は請求項11から24のいずれか1項の発明において、前記光ビーム生成手段は水平方向成分が平行光、鉛直方向成分が発散光の性質を有する光ビームを生成することを特徴としている。

【0040】請求項26の発明は請求項11から25のいずれか1項の発明において、前記3次元像情報の水平 50

方向結像位置近傍に鉛直方向にのみ光を拡散させる光学素子を配置していることを特徴としている。

【0041】請求項27の発明は請求項11から26のいずれか1項の発明において、前記光ビーム生成手段は水平方向成分、鉛直方向成分共に平行光の性質を有する光ビームを生成することを特徴としている。

【0042】

【発明の実施の形態】図1は本発明の光変調装置（光変調器）の実施形態1の説明図（平面図）である。図1において、Cは光変調装置であり、光学素子Aと光ビーム生成手段（光源ユニット）Bとを有している。透明電極1の間に屈折率可変物質2と透明物質3が挟み込まれている。透明物質3は周期的な構造を有している。

【0043】本実施形態においては透明物質3は図2に示すような複数のプリズム3aを一定の周期で配列したプリズムアレイとなっている。これらの部品1, 2, 3によって光学素子Aが構成される。透明電極1には電極間電気特性制御手段（駆動装置）4により任意の周波数、振幅の電圧を印加することができるようになっている。

【0044】一方、光源ユニットBは光源アレイ5、複数のレンズを一定周期で配列したマイクロレンズアレイ6、そして制御装置7より成る。光源アレイ5は複数の光源5aが平面上にマトリクス状に並んで構成している。

【0045】本実施形態では光源にLEDを用い、LEDアレイを構成している。この光源アレイ5は制御装置7により任意の光源位置での光強度を制御できるようになっている。個々の光源5aから放射する光はすべてマイクロレンズアレイ6に入射し、平行光又はそれに準ずるビームに変換される。

【0046】これにより全ての光源5aからの光が重疊することなく独立に光学素子Aに入射する。個々のビームの入射領域は透明物質3の周期的な構造によって分割される個々の領域より小さい領域であって、図5のように同時に複数のビームを透明物質1の1個の分割領域1aに入射させることができる。

【0047】ただし異なる分割領域1aには必ず異なる光源からの光ビームが入射しており、1つの光源5aからの1本の光ビームを複数の分割領域が共有することはない。

【0048】駆動装置4により透明電極1間に電圧を印加すると屈折率可変物質2の屈折率が変化する。透明物質3の屈折率を n_p 、屈折率可変物質2の屈折率を n_L とすると、 $n_p = n_L$ の場合、両物質間の屈折率差がないので光学素子Aに入射した全ての光ビームは図3のように透明な平板を通過するかのごとく直進する。

【0049】しかし、両物質2, 3間に屈折率差がある場合は光ビームは境界面で屈折する。例えば屈折率可変物質2の屈折率 n_L を電界の付加によって $n_p < n_L$ と変

化させた場合は図1のように、逆に $n_P > n_L$ と変化させた場合は図4のように光ビームは屈折する。

【0050】このように光学素子Aは駆動装置4の制御により光ビームの偏向角を能動的に変化させることのできるアクティブな光学素子として機能する。

【0051】同期手段によってこの機能に加え駆動装置4との同期をとりながら動作する制御装置7による光源ユニットBの光強度変調を組み合わせることによって装置全体がよりユニークな機能を持つ光変調器として作用する。

【0052】尚、ある時刻における光学素子Aからの光線偏向角は等しくなっている。

【0053】次に図6を用いて本実施形態の光変調装置の光学的作用を説明する。（簡単の為に垂直断面内での光ビームの挙動について記述する。）図6（a）は光学素子Aが垂直入射光を図中下方に大きく偏向する状態を示している。このときに図中のO点のみを光ビームが通過するよう光源ユニットB上の輝点位置を制御することができる。

【0054】図中の実線がこのときの光ビームの状態を示している。他の点線で示されたビームは実際には発生しない。（どの光ビーム（光源）を発生させるかは光源ユニットBの制御装置7が制御している。）光学素子A、光源ユニットBは動的に光の偏向角や輝点位置を変化させることができるので、他の時刻に図6（b）～（f）のような光ビームの状態を発生させている。

【0055】したがって、図6（a）～（f）の光ビーム状態を高速に繰り返すことにより、図6（g）のように光ビームの集光作用を有する素子のように機能させている。

【0056】光ビームの集光位置は図中のような中心軸上に限定されず、光ビームの偏向角の範囲内であれば任意の位置に設定することができる。ただし、図2に示したような1次元的な周期構造しかもたない光学素子の場合、光の偏向方向も1次元方向に限定される。

【0057】そこで2次元的な光偏向を行う場合は図7のように複数の光学素子のうち2つの光学素子Aをプリズムアレイ3の配列方向が互いに直交するように組み合わせて使用する。（図中ではわかりやすいように2枚の光学素子を離して描いているが、実際は光ビームの出射点を一致させる為に密着させた方が良い）これにより、光ビームの水平・鉛直両方向への光偏向を可能とし、任意の方向への光偏向を可能としている。

【0058】上記実施形態は透明物質3としてプリズムアレイを用いたが、プリズムに限らず周期的構造を持つ他の光学素子を使用すれば様々な光変調機能を達成することができる。

【0059】例えばプリズムの代わりに図8のようなレンチキュラレンズ81を用いて光変調装置を構成することができる。

【0060】図9、図10はそのような装置の機能説明図（平面図）である。この装置においても駆動装置4により透明電極1間に電圧を印加すると屈折率可変物質2の屈折率が変化する。すると、図9→図10のようにレンチキュラレンズ81の実効的焦点距離が変化する。

【0061】こうした光学素子Aの変化を高速に繰り返し、かつ光源ユニットBの光線出射位置及びタイミングの同期をとって各ビーム毎に独立に任意位置の焦点を結ばせている。

10 【0062】もちろん、レンチキュラレンズ81の場合も図11のように2枚を直交させて焦点位置を2次元的に拡張しても良い。また、透明物質3として図12のような蝶の目状の微小レンズ121より成る微小レンズアレイを用いれば、1枚のみの構成で同様の効果を得ることができる。

【0063】透明物質3にはこのほかにレリーフ型の回折格子やホログラムなども使用できる。そして複数の光ビームを同時に多様に変調できる性質を活かして、光スイッチや光偏光器、能動的な結像素子など様々な用途に使用することができる。

20 【0064】尚、本実施形態における光源アレイ5にはLEDを用いたが、光源を高密度に実装できる手段であればデバイスの種類は問わない。

【0065】例えば特に近年実用化が進んでいる図20に示すような面発光レーザー（VCSEL）のアレイ化されたものを光源アレイ5として使用すれば、光の効率や直進性の面で大きなメリットがある（図20は裏面出射型のVCSELを有している。）。

【0066】次に本発明の実施形態2について説明する。本実施形態は実施形態1に示した光変調器を用いて光線再現方式による3次元像再生を行う3次元像再生装置に関する。光線再現方式とは多数の光線の交点によって3次元空間に物体に関する輝点を表現する方式である。

30 【0067】図13を用いてこの方式の原理を説明する。図13（A）に示すように実際の3次元物体を観察する場合、物体は無数の光源（微小光源）の集まりとみなすことができる。無数の光源の1つ1つからは光が発散光束となって放出されている。

40 【0068】発散光束が観察者の目に入射すると、目は網膜上に光源の像が結像するよう水晶体の厚さを自動的に調節する。この調節機構により人は単眼でも光源の奥行き方向の位置を知覚することができる。

【0069】光線再現方式は図13（B）に示すように上記光束を有限本数の光線の集合によって再現する。物体表面の光源はこれら光線の交点として表現され、図13（B）に示すように光線は光束の拡がり方や出射方向を模している。

50 【0070】これらの光線が観察者の目に入射すると目は光束を観察する場合（図13（A））と同様に網膜上

に光源（光線の交点）の像が形成されるよう水晶体の厚さを自動的に調節すると考えられる。

【0071】したがって光線再現方式によれば単眼での奥行き知覚をすることが可能になる。ただし、このような効果を発生させるには「1個の交点を共有する光線が観察者の瞳に少なくとも2本入射する」という条件を満足していかなくてはならないので隣り合う光線の間隔が大きくなりすぎないよう装置の構成を考慮する必要がある。

【0072】実施形態1に示した光変調器は光線再現方式を実現するための手段となりうる。なぜなら多数の光線を独立に任意の方向へと偏向させられるということは、光線の交点を任意の場所に形成できることを意味するからである。

【0073】図14は本発明の光変調器（例としてプリズムアレイ使用のもの）を用いて空間内の2点P₁、P₂を再生する方法を示している。

【0074】図14において、Cは光変調器、Aは光学素子、Bは光源ユニットであり、図1で示したのと同様の構成より成っている。光変調器Cは入射した光線を紙面内上下方向に高速に偏向するように駆動している。そのうち例えば図中a点より出射する光線に関しては光線の偏向角がα₁、α₂の時のみ、b点より出射する光線に関しては光線の偏向角がβ₁、β₂の時のみ光強度を持ち、その他の偏向角の時は光強度を持たないように光源ユニットBと光学素子Aとをうまく同期させている。

【0075】これによってa点、b点から出射する光線は空間内の点P₁、P₂で交わる。ここでa点とb点から発するビームの発生時期は一般的に異なっている。光線の交点P₁とP₂を形成するためには光線発生の時刻を異ならせている。このときの時刻の変化は極めて高速に行っているので観察者は同時に発生しているように観察される。

【0076】こうした動作を光学素子Aより光線が射する他の点についても全て適用すれば光変調器から出射する光線すべてが点P₁、P₂で交わる。光線の偏向が極めて高速で人間の目の残像許容時間よりも短い周期で行われれば、観察者は空中の2つの輝点として点P₁、P₂を認識することができる。

【0077】本実施形態では上記周期を1/30~1/4060秒に設定している。

【0078】ただし、前述した通り光線再現方式において3次元像再生に使用する光線は「1個の交点を共有する光線が観察者の瞳に少なくとも2本入射する」という条件を満足していかなくてはならないので、隣り合う光線の間隔が大きくなりすぎないよう装置の構成を考慮する必要がある。

【0079】図15はこの様子を示している。図中Pは複数の光線が光学素子Aより出射する点のピッチ、Dは観察距離、乙は光学素子Aから再生像までの距離を表し

ている。

【0080】図のような関係から観察位置での隣り合う光線間隔は $\Delta = (D - Z) * P / Z$ となる。光線の出射する点のピッチPが大きいと光線間隔 Δ が大きくなつて前述の条件を満足しなくなる。仮に観察距離D=60cm、再生像距離Z=30cmとし、光線間隔 Δ は2mm以下が必要とすると、光線出射点のピッチPは2mm以下でなければならない。

【0081】本実施形態では上記条件を満足するよう光学素子Aから出射する光ビームの最小ピッチを観察位置での観察者の瞳の大きさに基いて決定しており、特に一般に瞳径は2~7mmの値をとることに基いて観察位置での隣り合う光線間隔 Δ が2mm以下となるように光ビームを生成している。

【0082】このように光線再現方式を利用して3次元像を再生すれば眼が疲れない3次元像の再生が可能だけでなく、従来例のように像再生位置毎の画像倍率変化の問題などを気にすることなく、ゆがみのない3次元像を再生することができる。

【0083】尚、上記原理を用いて3次元空間内の任意の像を再生するためには光線を任意の方向に偏向する必要があるため、図7のように2つの光学素子Aをプリズムの並び方向が互いに直交するように組み合わせて使用するのが有効である。

【0084】即ち、図14で説明したような光線生成を水平、鉛直の両方向について行うのが良い。

【0085】ただし、光学素子Aを1枚しか使用しない場合でも、簡易的に立体像を再生することはできる。一般に人が立体を認識する際、鉛直方向の情報よりも水平方向の情報の方が大きく寄与する。よって再生時に水平方向の立体情報のみ光線再現方式で表現してやれば十分立体認識は可能である。

【0086】ただし、鉛直方向成分の光が観察者の目に届く範囲を十分とることと、水平方向の像再生位置と垂直方向の像再生位置とが離れ過ぎないように調節する必要がある。そのためには例えば図16のように鉛直方向（図16（B））にパワーを持つシリンドリカルレンズ8を光学素子Aと再生像との間に挿入して水平方向（図16（A））の像結像位置近傍に鉛直方向の像結像位置を持っていく方法をとることができる。

【0087】このとき光源からの光は水平方向においては平行光に、鉛直方向においては発散光になることが望ましいので、光源からの光の指向性を制御するマイクロレンズアレイ6は図示したように水平方向に繰り返しの周期構造を持つレンチキュラーレンズであることが望ましい。

【0088】また、図17のように鉛直方向成分の光のみ拡散するような拡散板9を挿入して同様の効果を得ることもできる。この場合、光源アレイ5からの光は水平方向、鉛直方向の両方において平行光になる仕様とする

ことが望ましいので、光源アレイ5からの光の指向性を制御するマイクロレンズアレイ6は図示したように水平・鉛直方向共に繰り返しの周期構造を持つ蝶の目状の微小レンズアレイであることが望ましい。

【0089】

【発明の効果】本発明によれば、電気的制御によって屈折率が変化する屈折率可変物質と屈折率が固定の透明物質を含む光学素子によって複数の光ビームを所望の状態に変調することにより、2次元画像の結像性能が良く、全体として複数の光ビームを任意に変調することができ、3次元像の再生を良好に行なうことができる光変調装置およびそれを用いた3次元像再生装置を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】本発明の光変調装置の実施形態1の要部概略図
- 【図2】図1の一部分の説明図
- 【図3】図1の光変調装置の光学的作用の説明図
- 【図4】図1の光変調装置の光学的作用の説明図
- 【図5】図1の光変調装置の光学的作用の説明図
- 【図6】図1の光変調装置の光学的作用の説明図
- 【図7】本発明の光学変調装置の他の実施形態の一部分の説明図
- 【図8】本発明の光学変調装置の他の実施形態の一部分の説明図
- 【図9】図1の一部分を変更したときの要部概略図
- 【図10】図1の一部分を変更したときの要部概略図

【図11】図9の一部分を変更したときの要部概略図

【図12】図1の一部分を変更したときの要部概略図

【図13】本発明の3次元像再生装置の実施形態1の光学系の説明図

【図14】本発明の3次元像再生装置の実施形態1の光学系の説明図

【図15】本発明の3次元像再生装置の実施形態1の光学系の説明図

【図16】本発明の3次元像再生装置の実施形態1の光学系の説明図

【図17】本発明の3次元像再生装置の実施形態1の光学系の説明図

【図18】従来の3次元像再生装置の要部概略図

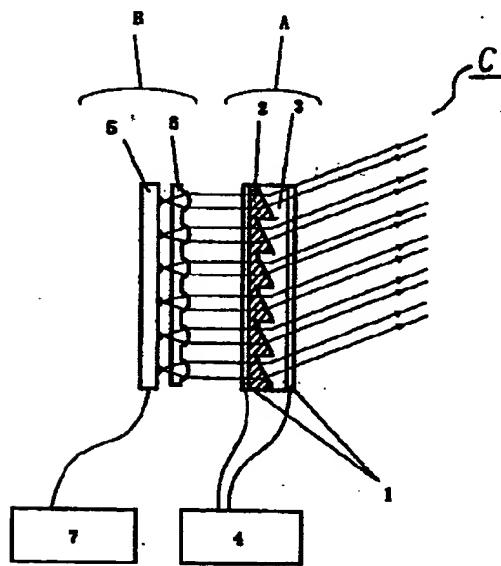
【図19】従来の3次元像再生装置の要部概略図

【図20】図1の一部分の他の実施形態の説明図

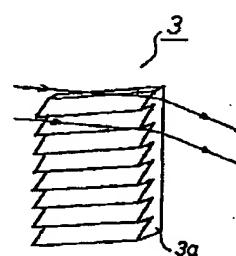
【符号の説明】

A	光学素子
B	光源ユニット（光ビーム生成手段）
C	光変調装置
20 1	透明電極
2	屈折率可変物質
3	透明物質
4	電極間電気特性制御手段
5	光源アレイ
6	マイクロレンズアレイ
7	制御手段

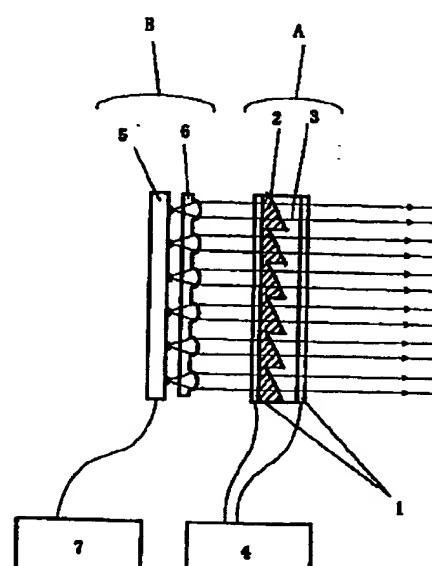
【図1】



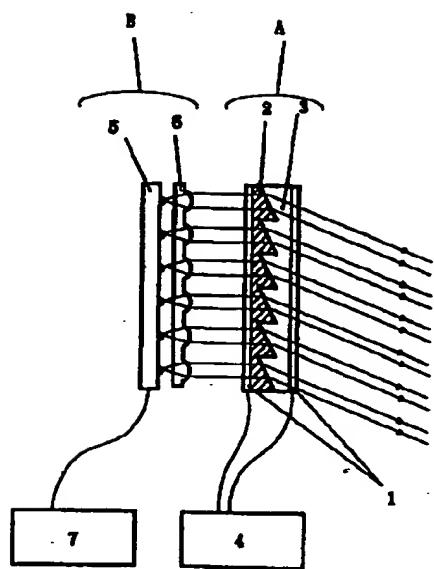
【図2】



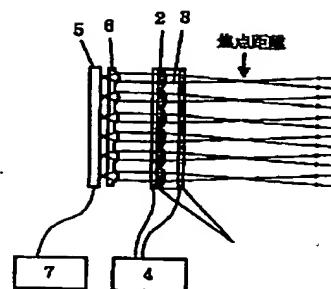
【図3】



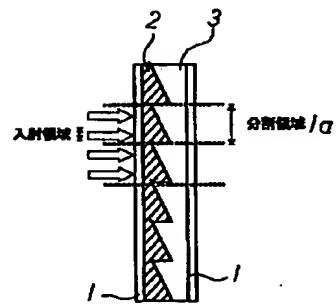
【図4】



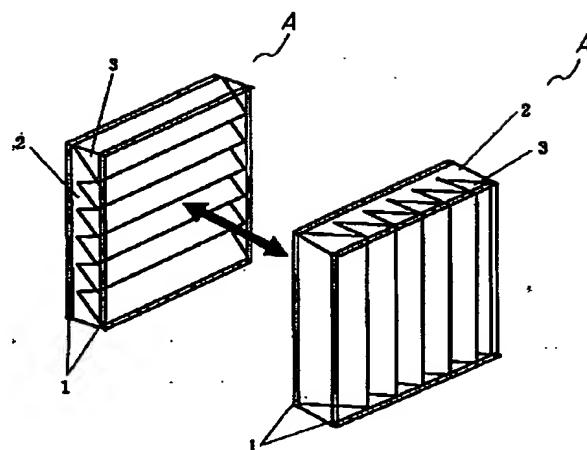
【図9】



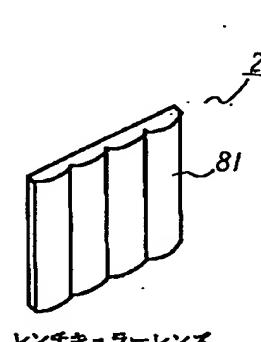
【図5】



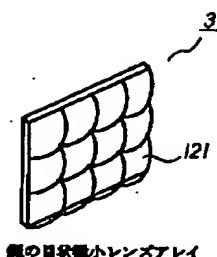
【図7】



【図8】

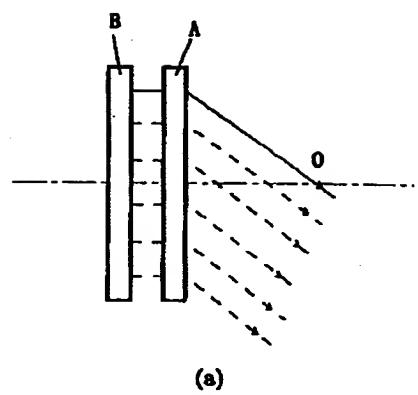


【図12】

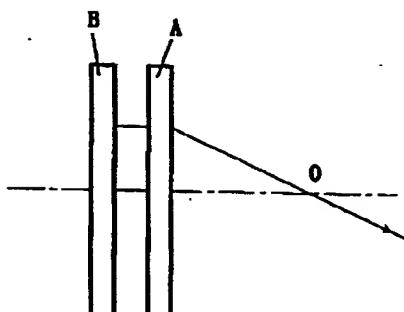


レンチキュラーレンズ

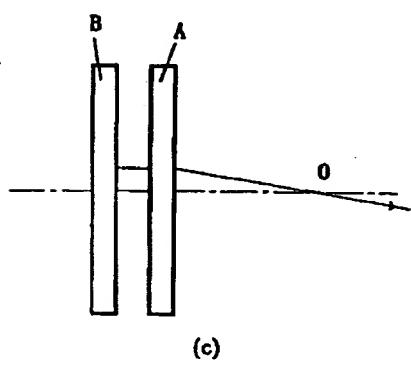
【図6】



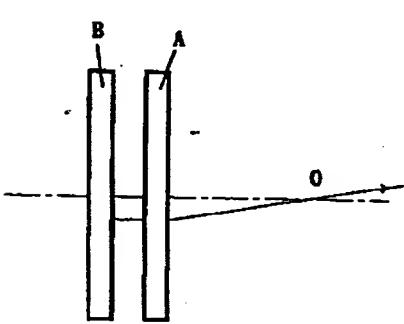
(a)



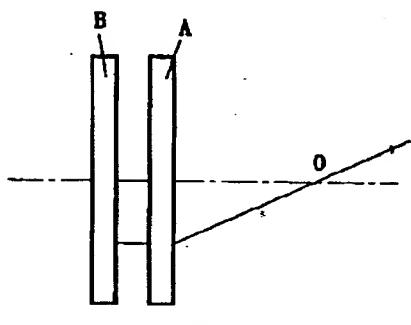
(b)



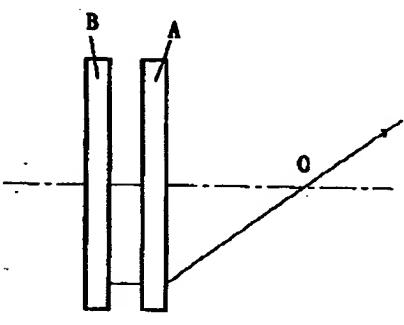
(c)



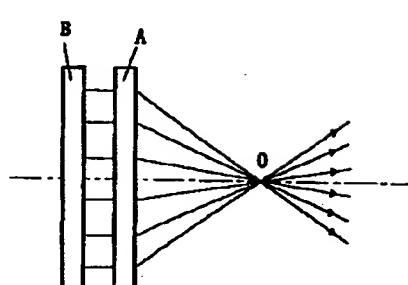
(d)



(e)

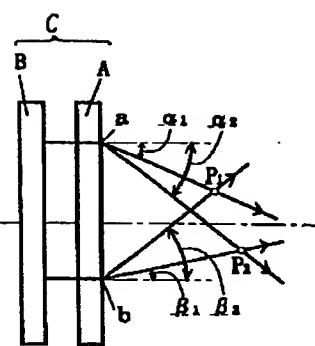


(f)



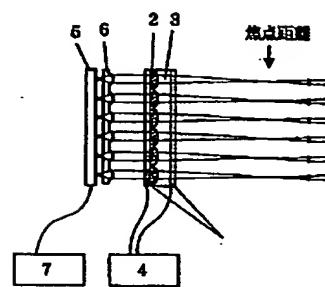
(g)

【図14】

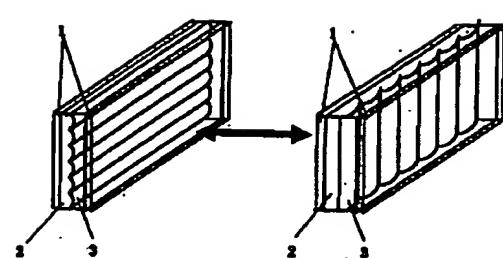


(b)

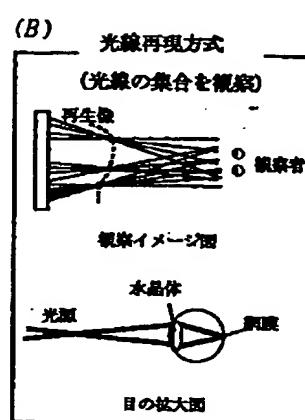
【図10】



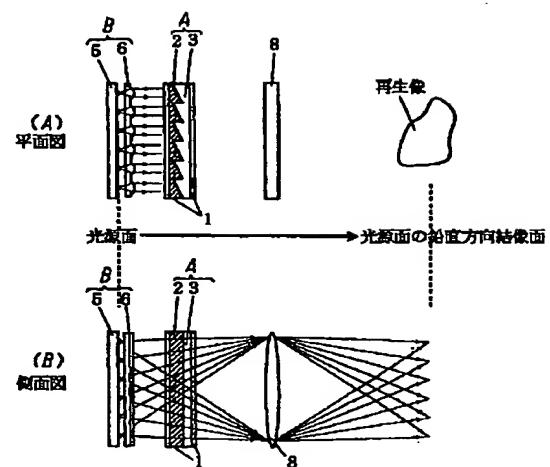
【図11】



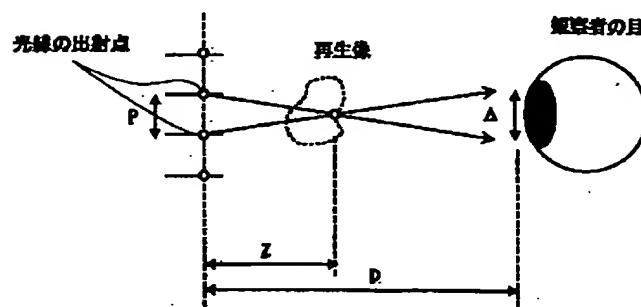
【図13】



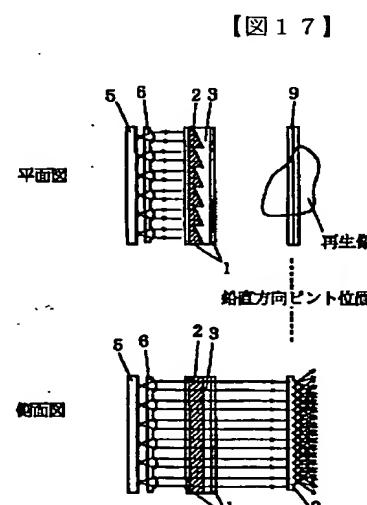
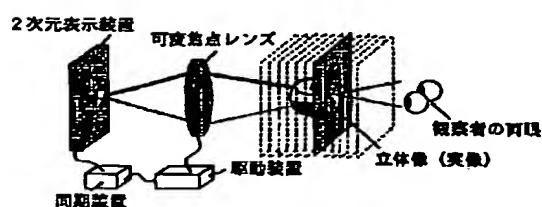
【図16】



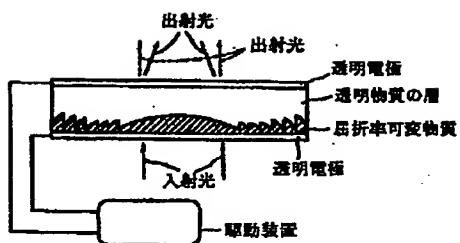
【図15】



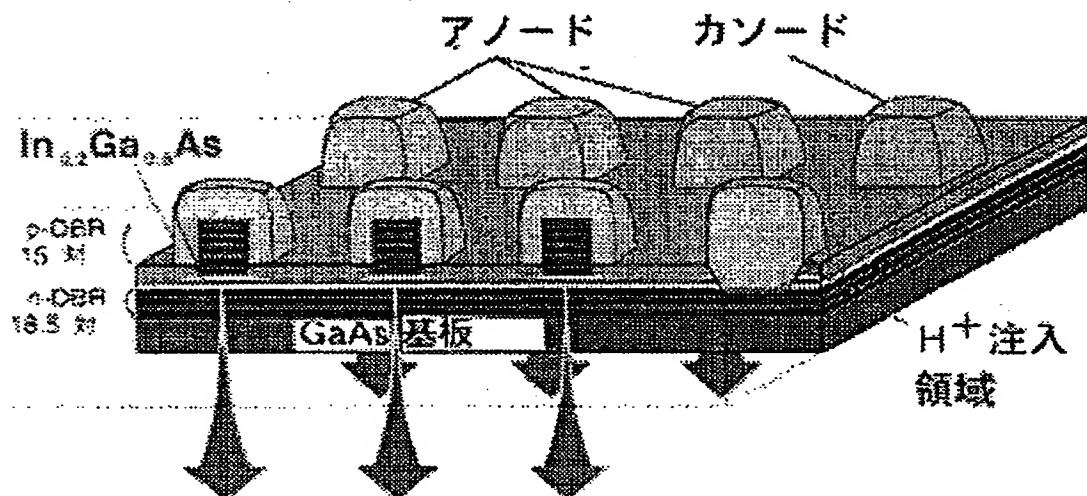
【図19】



【図18】



【図20】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7
H 04 N 13/04

識別記号

F I
H 04 N 13/04

テーマコード (参考)

F ターム (参考) 2H059 AA35 AC06
2H079 AA02 AA12 DA02 EA11 EB17
HA11 KA01 KA09 KA18
2K002 AA07 AB08 BA06 CA01 DA01
EA13 EA14 EA30 EB08 EB09
HA02
5C061 AA06 AB14
5C080 AA07 AA09 BB05 JJ02 JJ05
JJ06

40